

明 細 書

内 燃 機 関 の 制 御 装 置

技 術 分 野

本発明は内燃機関の制御装置に関する。

背 景 技 術

複数の気筒を備え、スロットル弁から吸気弁までの吸気管内にスロットル弁を介し空気がスロットル弁通過空気量だけ流入し、吸気行程が行われると吸気管からそれぞれの吸気弁を介し空気が筒内充填空気量だけ流出して各気筒内に充填される内燃機関において、吸気管についての質量保存則と、吸気管内の空気についての状態方程式とから得られる数式を用いて各気筒の筒内充填空気量を算出するようにした内燃機関が公知である（特開 2 0 0 2 - 7 0 6 3 3 号公報参照）。

この数式を用いて筒内充填空気量を算出するためには、例えば吸気管内の空気の温度及び吸気管の容積を求めなければならない。しかしながら、空気温度を求めるためには例えば温度センサが必要になるばかりか、応答遅れのことを考えると温度センサを用いても空気温度を正確に求めるのは困難である。また、吸気管には製造誤差があるので、吸気管の容積を例えば設計値に等しいものと考えすることはできない。吸気管の容積を一つずつ測定するのはとても現実的でない。

また、数式を用いて筒内充填空気量を推定する場合、質量保存則や状態方程式に基づいて得られる数式をそのまま用いると数式が複雑になり、計算負荷が大きなものとなることから、通常、斯かる数

式は簡略化して利用される。ここで、吸気弁開閉弁時期が遅角側に設定されると、吸気弁は吸気下死点以降にも開弁していることとなる。この場合、ピストンが上昇を開始しても吸気弁が開弁状態に保持されているので、気筒内に吸入された空気が吸気管内に逆流する虞がある。しかしながら、上述したように筒内充填空気量を推定するにあたって数式を簡略化して利用していると、斯かる空気の逆流が考慮に入れられておらず、よって算出された筒内充填空気量には誤差が生じてしまう。

発明の開示

そこで、本発明は、筒内充填空気量を簡単にかつ正確に算出することができる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

本発明は、上記課題を解決するための手段として、請求の範囲の各請求項に記載された内燃機関の制御装置を提供する。

上記課題を解決するために、第1の発明では、複数の気筒を備え、スロットル弁から吸気弁までの吸気通路部分内にスロットル弁を介し空気がスロットル弁通過空気量だけ流入し、吸気行程が行われると該吸気通路部分からそれぞれの吸気弁を介し空気が筒内充填空気量だけ流出して各気筒内に充填される内燃機関において、筒内充填空気量を第1空気量と第2空気量とに分割し、該第1空気量は、吸気行程が行われることにより生ずるスロットル弁通過空気量に対する筒内充填空気量の超過分であり、吸気行程が行われることにより生ずる吸気圧の低下量である吸気圧低下量を気筒毎に検出する吸気圧低下量検出手段と、それぞれの吸気圧低下量に基づいて各気筒の第1空気量を算出する第1空気量算出手段と、スロットル弁通過空気量を検出するスロットル弁通過空気量検出手段と、スロットル弁通過空気量に基づいて各気筒の第2空気量を算出する第2空気量

算出手段と、それぞれの第 1 空気量と第 2 空気量とを合計することにより各気筒の筒内充填空気量を算出する筒内充填空気量算出手段と、各気筒の筒内充填空気量に基づいて機関制御を行う制御手段と、を具備し、該第 1 空気量算出手段は、筒内充填空気量を算出すべき少なくとも二つの気筒の吸気行程が含まれるように設定クランク角範囲を設定し、該設定クランク角範囲内で吸気行程が行われた気筒の吸気圧低下量の合計値を算出し、それぞれの吸気圧低下量と該吸気圧低下量合計値とに基づいて第 1 空気量を算出する、制御装置が提供される。

また、第 2 の発明では、第 1 の発明において、吸気行程末期に筒内から吸気通路部分への空気の逆流が生ずるときには前記第 2 空気量算出手段による第 2 空気量の算出作用を禁止する。

上記課題を解決するために、第 3 の発明では、複数の気筒と複数の吸気弁とを有する内燃機関の筒内充填空気量推定装置であって、各気筒への筒内充填空気量を、基本空気量と、吸気弁が開弁することによりスロットル弁通過空気流量を超えて吸気通路部分から気筒内に流入する超過空気量とに二分割し、吸気通路部分にスロットル弁を介して流入するスロットル弁通過空気流量と各吸気弁の開弁時間とに基づいて基本空気量を算出する基本空気量算出手段と、上記吸気弁の開弁による吸気圧の低下量に基づいて超過空気量を算出する超過空気量算出手段と、上記基本空気量と超過空気量とを合計して各気筒への筒内充填空気量を算出する筒内充填空気量算出手段と、各気筒の筒内充填空気量に基づいて機関制御を行う制御手段と、を具備する制御装置において、上記基本空気量算出手段は、全気筒への平均空気流量がスロットル通過空気流量と等しくなるような仮想的な吸気弁開弁時間を算出し、該仮想的な吸気弁開弁時間を上記吸気弁の開弁時間として用いる、制御装置が提供される。

第3の発明によれば、仮想的な吸気弁開弁時間は全気筒への平均空気流量がスロットル通過空気流量と等しくなるような値となっている。このため、気筒内から吸気管内への空気の逆流があると仮想的な吸気弁開弁時間は実際の吸気弁開弁時間よりも短いものとなり、この仮想的な吸気弁開弁時間を用いて基本空気量算出手段により基本空気量を算出すると基本空気量を正確に算出することができる。

また、第4の発明では、第3の発明において、上記基本空気量算出手段は、吸気弁開弁時期付近又は吸気弁閉弁時期付近において上記吸気通路部分への空気の逆流が生ずるときに、上記仮想的な吸気弁開弁時間を上記吸気弁の開弁時間として用いる。

本発明によれば、筒内充填空気量を簡単にかつ正確に算出することができる。

以下、添付図面と本発明の好適な実施形態の記載から、本発明を一層十分に理解できるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、内燃機関の全体図である。

図2は、吸気弁開閉弁時期を示す図である。

図3は、吸気圧 P_m の検出結果を示す図である。

図4は、吸気圧低下量 ΔP_{mdwni} を説明するためのタイムチャートである。

図5は、筒内充填空気量 M_{ci} の算出方法を説明するための図である。

図6A及び図6Bは、パラメータ K_m の算出方法を説明するためのタイムチャートである。

図7A及び図7Bは、パラメータ K_m の算出方法の別の例を説明

するためのタイムチャートである。

図 8 は、吸気弁開閉弁時期が遅角側に設定されたときの筒内吸入空気流量 m_{ci} を説明するためのタイムチャートである。

図 9 は、燃料噴射時間 $T_{AU i}$ の算出ルーチンを示すフローチャートである。

図 10 は、第一実施形態に関して、筒内充填空気量 M_{ci} の算出ルーチンを示すフローチャートである。

図 11 は、近似における誤差を説明するためのタイムチャートである。

図 12 A 及び図 12 B は、仮想的な吸気弁開閉時間 x の算出方法を説明するためのタイムチャートである。

図 13 は、仮想的な吸気弁開閉時間 x の算出方法を説明するためのタイムチャートである。

図 14 は、第二実施形態に関して、筒内充填空気量 M_{ci} の算出ルーチンを示すフローチャートである。

図 15 は、変数 x の値の算出ルーチンを示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。図 1 は本発明を 4 ストローク筒内噴射型火花点火式内燃機関に適用した場合を示している。なお、本発明は別の火花点火式内燃機関や圧縮着火式内燃機関に適用することも可能である。

図 1 に示したように、本実施形態では、例えば 8 つの気筒を備えた機関本体 1 は、シリンダブロック 2 と、シリンダブロック 2 内で往復動するピストン 3 と、シリンダブロック 2 上に固定されたシリンダヘッド 4 とを具備する。ピストン 3 とシリンダヘッド 4 との間

には燃焼室 5 が形成される。シリンダヘッド 4 には各気筒毎に吸気弁 6 と、吸気ポート 7 と、排気弁 8 と、排気ポート 9 とが配置される。さらに、図 1 に示したようにシリンダヘッド 4 の内壁面の中央部には点火プラグ 10 が配置され、シリンダヘッド 4 内壁面周辺部には燃料噴射弁 11 が配置される。また、ピストン 3 の頂面には燃料噴射弁 11 の下方から点火プラグ 10 の下方まで延びるキャビティ 12 が形成されている。

各気筒の吸気ポート 7 は吸気枝管 13 を介してサージタンク 14 に連結され、サージタンク 14 は吸気管 15 を介してエアクリーナ 16 に連結される。吸気管 15 内にはステップモータ 17 によって駆動されるスロットル弁 18 が配置される。なお、本明細書では、スロットル弁 18 下流の吸気管 15、サージタンク 14、吸気枝管 13、及び吸気ポート 7 から成る吸気通路の部分、すなわちスロットル弁 18 から吸気弁 6 までの吸気通路の部分を「吸気管部分 IM」と称する。一方、各気筒の排気ポート 9 は排気枝管及び排気管 19 を介して排気浄化装置 20 を内蔵した触媒コンバータ 21 に連結され、この触媒コンバータ 21 はマフラ（図示せず）を介して大気に連通される。

各気筒の吸気弁 6 は吸気弁駆動装置 22 により開閉駆動される。この吸気弁駆動装置 22 は、カムシャフトと、クランク角に対するカムシャフトの回転角を進角側と遅角側との間で選択的に切り換えるための切換機構とを具備する。カムシャフトの回転角が進角されると図 2 に A D で示されるように吸気弁 6 の開弁時期 V O 及び閉弁時期 V C が進角され、従って開閉弁時期が進角される。一方、カムシャフトの回転角が遅角されると図 2 に R T で示されるように吸気弁 6 の開弁時期 V O 及び閉弁時期 V C が遅角され、従って開閉弁時期が遅角される。この場合、吸気弁 6 のリフト量及び作用角（開弁

期間)が保持されつつ位相角(開弁時期)が変更される。図1に示される内燃機関では、カムシャフトの回転角は機関運転状態に応じて進角側又は遅角側に切り換えられる。なお、吸気弁6の開弁時期が連続的に変更される場合や、リフト量又は作用角が変更される場合にも本発明を適用することができる。

図1を参照すると、電子制御ユニット(ECU)31はデジタルコンピュータから成り、双方向性バス32を介して相互に接続されたRAM(ランダムアクセスメモリ)33、ROM(リードオンリメモリ)34、CPU(マイクロプロセッサ)35、入力ポート36及び出力ポート37を具備する。スロットル弁18上流の吸気管15には吸気管15を通過する空気(吸気ガス)の流量を検出するためのエアフロメータ40が配置される。また、サージタンク14には、吸気管部分IM内の空気の圧力(以下、「吸気圧」と称す)Pmを検出するための圧力センサ41が配置される。更に、アクセルペダル42にはアクセルペダル42の踏込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ43が接続され、スロットル弁18にはスロットル弁18の開度を検出するためのスロットル開度センサ(図示せず)が設けられる。これらセンサ40、41、43の出力信号はそれぞれ対応するAD変換器38を介して入力ポート36に入力される。更に、入力ポート36にはクランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ44が接続される。CPU35ではクランク角センサ44の出力パルスに基づいて機関回転数が計算される。一方、出力ポート37は対応する駆動回路39を介して点火プラグ10、燃料噴射弁11、ステップモータ17、及び吸気弁駆動装置22にそれぞれ接続され、これらは電子制御ユニット31からの出力に基づいて制御される。

ところで、本実施形態の内燃機関では、1番気筒(1=1, 2,

…、8)の燃料噴射量(燃料噴射時間) $T A U i$ は例えば次式(1)に基づいて算出される。

$$T A U i = T A U b \cdot \eta i \cdot k \quad \cdots (1)$$

ここで $T A U b$ は基本燃料噴射量(基本燃料噴射時間)、 ηi は i 番気筒の空気量バラツキ補正係数、 k はその他の補正係数をそれぞれ表している。

基本燃料噴射量 $T A U b$ は空燃比を目標空燃比に一致させるために必要な燃料噴射量である。この基本燃料噴射量 $T A U b$ は、機関運転状態に関するパラメータ(例えば、機関負荷及び機関回転数 $N E$ 等。以下、「運転パラメータ」と称す)の関数として予め求められてマップの形で $R O M 3 4$ 内に記憶されているか、或いは運転パラメータに基づいた数式により算出される。また、補正係数 k は空燃比補正係数、加速増量補正係数などをひとまとめにして表したものであり、補正する必要がないときには 1.0 とされる。

i 番気筒において吸気行程完了時に筒内に充填されている空気の量を筒内充填空気量 $M c i$ (g) と称すると、空気量バラツキ補正係数 ηi は筒内充填空気量 $M c i$ の気筒間バラツキを補償するためのものである。 i 番気筒の空気量バラツキ補正係数 ηi は例えば次式(2)に基づいて算出される。

$$\eta i = M c i / M c a v e \quad \cdots (2)$$

ここで、 $M c a v e$ は筒内充填空気量 $M c i$ の平均値($= \sum M c i / 8$ 。ここで「8」は気筒数を表す)を表している。

例えば吸気管部分 $I M$ の内周面や吸気弁 6 の外周面上に主として炭素からなるデポジットが形成されると、デポジットの付着量は気筒毎に異なるので、筒内充填空気量 $M c i$ に気筒間バラツキが生じる虞がある。また、燃焼室 5 の容積等については気筒間で製造誤差が生じている場合があり、この場合にも筒内充填空気量 $M c i$ には

気筒間でバラツキが生じる虞がある。筒内充填空気量 M_{ci} に気筒間バラツキが生じた場合に全ての気筒について燃料噴射量を等しいままとすると、空燃比や出力トルクに気筒間でバラツキが生ずることになる。そこで、本実施形態では、空気量バラツキ補正係数 η_1 を導入し、筒内充填空気量の気筒間バラツキを補償するようにしている。

なお、燃料噴射が実際に行われるタイミングが燃料噴射量 T_{AUi} の算出タイミングよりも或る時間だけ先であることを考慮し、式(1)における基本燃料噴射量 T_{AUb} を式(1)による燃料噴射量 T_{AUi} の算出タイミングよりも或る時間だけ先の予測値とすることもできる。

或いは、 i 番気筒の燃料噴射量 T_{AUi} を次式(3)に基づいて算出することもできる。

$$T_{AUi} = M_{ci} \cdot k_{AF} \cdot k \quad \dots (3)$$

ここで、 k_{AF} は空燃比を目標空燃比に一致させるための補正係数である。

この場合も、燃料噴射が実際に行われるタイミングが燃料噴射量 T_{AU} の算出タイミングよりも或る時間だけ先であることを考慮し、式(3)における筒内充填空気量 M_{ci} を、燃料噴射量 T_{AU} の算出タイミングよりも或る時間だけ先の予測値とすることもできる。

このように、燃料噴射量 T_{AUi} を式(1)に基づいて算出する場合も、式(3)に基づいて算出する場合も、全ての気筒について空燃比を目標空燃比と一致させて出力トルクの気筒間でのバラツキをなくすためには、筒内充填空気量 M_{ci} を正確に求める必要がある。

本実施形態では、 i 番気筒の吸気行程が行われることにより生ず

る吸気圧 P_m の低下量である吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn\ i}$ に基づいて筒内充填空気量 $M_{c\ i}$ が算出される。次に、図 3 から図 5 を参照しながらまず吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn\ i}$ について説明する。

図 3 は、圧力センサ 41 により例えば一定時間間隔で 720° クランク角にわたって検出された吸気圧 P_m を示している。図 3 に示した内燃機関における吸気順序は、#1 - #8 - #4 - #3 - #6 - #5 - #7 - #2 である。図 3 において、 $OP\ i$ ($i = 1, 2, \dots, 8$) は i 番気筒の吸気弁開閉弁時期を表しており、 0° クランク角は 1 番気筒 #1 の吸気上死点を表している。図 3 からわかるように、ある気筒の吸気行程が開始されると、上昇していた吸気圧 P_m が低下し始め、斯くして吸気圧 P_m に上向きのピークが生ずる。吸気圧 P_m は更に低下した後に再び上昇し、斯くして吸気圧 P_m に下向きのピークが生ずる。このように、吸気圧 P_m には上向きのピークと下向きのピークとが交互に生ずることになる。図 3 には、 i 番気筒の吸気行程が行われることにより吸気圧 P_m に生ずる上向きのピークが $UP\ i$ で、下向きのピークが $DN\ i$ でそれぞれ示されている。

図 4 に示されるように、上向きのピーク $UP\ i$ における吸気圧 P_m を最大値 $P_{m\ max\ i}$ 、下向きのピーク $DN\ i$ における吸気圧 P_m を最小値 $P_{m\ min\ i}$ と称すると、 i 番気筒の吸気行程が行われることにより吸気圧 P_m が最大値 $P_{m\ max\ i}$ から最小値 $P_{m\ min\ i}$ まで低下する。従って、この場合の吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn\ i}$ は次式 (4) で表される。

$$\Delta P_{mdwn\ i} = P_{m\ max\ i} - P_{m\ min\ i} \quad \dots (4)$$

一方、図 4 に示されるように、吸気弁 6 が開弁すると、吸気管部分 IM から流出して筒内 CYL に吸入される空気の流量である筒内吸入空気流量 $m_{c\ i}$ (g/sec 、図 5 参照) が増大し始める。次

いで、筒内吸入空気流量 m_{ci} が、スロットル弁 18 を通過して吸気管部分 IM 内に流入する空気の流量であるスロットル弁通過空気流量 m_t (g/sec、図 5 参照) よりも大きくなると、吸気圧 P_m が低下し始める。次いで、筒内吸入空気流量 m_{ci} が低下してスロットル弁通過空気流量 m_t よりも小さくなると、吸気圧 P_m が増大し始める。

即ち、吸気管部分 IM 内にスロットル弁 18 を介し空気がスロットル弁通過空気流量 m_t だけ流入し、 i 番気筒への吸気が行われると吸気管部分 IM から各吸気弁 6 を介し空気が筒内吸入空気流量 m_{ci} だけ流出することを考えると、流出分である筒内吸入空気流量 m_{ci} が流入分であるスロットル弁通過空気流量 m_t を一時的に超過し、このため吸気管部分 IM 内の圧力である吸気圧 P_m が吸気圧低下量 ΔP_{mdwni} だけ低下する。

さて、筒内充填空気量 M_{ci} は筒内吸入空気流量 m_{ci} を時間積分したものである。従って、筒内充填空気量 M_{ci} 又は空気量バラツキ補正係数 η_i に対する吸気弁開閉弁時期 OP_i (図 3 参照) の重複の影響を無視できるとすると、筒内充填空気量 M_{ci} は次式 (5) のように表すことができる。

$$M_{ci} = \int_{t_{maxi}}^{t_{mini}} (m_{ci} - m_t) dt + m_t \cdot \frac{\Delta t_{dwni} + \Delta t_{oc}}{2} \quad \dots (5)$$

ここで、 t_{maxi} は吸気圧 P_m に上向きのピークが発生する時刻である上向きピーク発生時刻を、 t_{mini} は吸気圧 P_m に下向きのピークが発生する時刻である下向きピーク発生時刻を、 Δt_{dwni} は上向きピーク発生時刻 t_{maxi} から下向きピーク発生時刻 t_{mini} までの時間間隔 (sec) を、 Δt_{oc} は吸気弁開弁時間 (sec) を、それぞれ表している (図 4 参照)。

式 (5) において、右辺第 1 項は図 4 に T1 で示される部分 (以

下、「領域 T 1」と称す)、即ち筒内吸入空気流量 m_{ci} とスロットル弁通過空気流量 m_t とで囲まれた部分の面積を表したものであり、右辺第 2 項は図 4 に T 2 で示される部分 (以下、「領域 T 2」と称す)、即ち筒内吸入空気流量 m_{ci} とスロットル弁通過空気流量 m_t と直線 $m_{ci} = 0$ とで囲まれた部分の面積を台形で近似して表したものである。

上述したように、吸気行程が行われることにより筒内吸入空気流量 m_{ci} がスロットル弁通過空気流量 m_t を一時的に超過する。従って、筒内吸入空気流量 m_{ci} を時間積分して得られる筒内充填空気量 M_{ci} がスロットル弁通過空気流量 m_t の時間積分値を超過する。領域 T 1 はこのように、吸気行程が行われることにより生ずるスロットル弁通過空気流量 m_t の積分値に対する筒内充填空気量 M_{ci} の超過分を表している。

従って、一般化して言うと、筒内充填空気量を領域 T 1 の面積で表される第 1 空気量 (超過空気量) と領域 T 2 の面積で表される第 2 空気量 (基本空気量) とに分割し、第 1 空気量は、吸気行程が行われることにより生ずるスロットル弁通過空気量に対する筒内充填空気量の超過分であり、各気筒について第 1 空気量と第 2 空気量とを合計することにより各気筒の筒内充填空気量を算出しているということになる。

一方、吸気管部分 I M についての質量保存則は、吸気管部分 I M 内の空気についての状態方程式を用いて次式 (6) により表される。

$$\frac{dP_m}{dt} = \frac{R_a \cdot T_m}{V_m} \cdot (m_t - m_{ci}) \quad \cdots (6)$$

ここで、 V_m は吸気管部分 I M の容積 (m^3) を、 R_a は気体定数を空気の平均分子量で除算した値 (以下、単に「気体定数」と称す

) を、 T_m は吸気管部分 I M 内の空気の温度 (K) を、それぞれ表している (図 5 参照)。

時刻 $t_{max i}$ から時刻 $t_{min i}$ までの間に吸気圧 P_m が吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ だけ低下する。従って、 $V_m / (R_a \cdot T_m)$ をパラメータ K_m でひとまとめにして表し、スロットル弁通過空気流量 m_t をその平均値 m_{tave} で表すと、式 (5) は式 (6) を用いて次式 (7) のように書き直すことができる。

$$M_{ci} = \Delta P_{mdwn i} \cdot K_m + m_{tave} \cdot \frac{\Delta t_{dwn i} + \Delta t_{oc}}{2} \quad \dots (7)$$

そうすると、吸気圧 P_m を圧力センサ 41 により検出して吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ を算出し、上述したパラメータ K_m を求め、スロットル弁通過空気流量 m_t をエアフロメータ 40 により検出してその平均値 m_{tave} を算出し、時刻 $t_{max i}$ 、 $t_{min i}$ を吸気圧 P_m 及びスロットル弁通過空気流量平均値 m_{tave} から検出して時間間隔 $\Delta t_{dwn i} (= t_{min i} - t_{max i})$ を算出すれば、式 (7) を用いて筒内充填空気量 M_{ci} を算出できることになる。なお、吸気弁開弁時間 Δt_{oc} は予め ROM 34 内に記憶されている。

しかしながら、冒頭で述べたように吸気管容積 V_m 及び吸気管温度 T_m を正確に求めるのは困難である。そこで本実施形態では、吸気管容積 V_m 及び吸気管温度 T_m を求めることなくパラメータ K_m を求めるようにしている。次に、図 6 A 及び図 6 B を参照しながら本実施形態のパラメータ K_m の算出方法を説明する。

本実施形態では、筒内充填空気量 M_{ci} を算出すべき少なくとも二つの気筒の吸気行程が含まれるように設定された設定クランク角範囲内において吸気管部分 I M 内に流入する空気量と吸気管部分 I M から流出する空気量とに注目している。

図 6 A 及び図 6 B は、すべての気筒の吸気行程が含まれる例えば 1 番気筒の吸気上死点から次の 1 番気筒の吸気上死点までの 720° クランク角範囲が設定クランク角範囲に設定された場合を示している。

この 720° クランク角範囲内に吸気管部分 I M 内に流入した空気の総量は図 6 A にハッチングで示される部分の面積であって、この 720° クランク角範囲におけるスロットル弁通過空気流量平均値 mt_{ave} と、クランクシャフトが 720° クランク角だけ回転するのに要した所要時間 t_{720} との積で表される ($mt_{ave} \cdot t_{720}$)。一方、この 720° クランク角範囲内に吸気管部分 I M から流出して気筒内に充填された空気の総量は図 6 B にハッチングで示される部分の面積であって、筒内充填空気量 M_{ci} の合計 $\sum M_{ci}$ で表される。

720° クランク角範囲の始点と終点とで吸気圧 P_m がほとんど変化していなければ、この 720° クランク角の間に吸気管部分 I M 内に流入した空気の総量と、吸気管部分 I M から流出して各気筒内に充填された空気の総量とは、互いにほぼ等しいはずである。従って、この場合には次式 (8) が成立する。

$$mt_{ave} \cdot t_{720} = \sum_{i=1}^8 M_{ci} \quad \dots (8)$$

式 (8) の右辺に式 (7) を代入して整理すると、パラメータ K_m は次式 (9) のように表すことができる。

$$K_m = mt_{ave} \cdot \frac{2t_{720} - \sum_{i=1}^8 (\Delta t_{dwni} + \Delta t_{oc})}{2 \sum_{i=1}^8 \Delta P_{mdwni}} \quad \dots (9)$$

即ち、エアフロメータ 40 により検出されたスロットル弁通過空気流量 $m \dot{t}$ からスロットル弁通過空気流量平均値 $m \dot{t}_{ave}$ を算出し、クランク角センサ 44 の出力から所要時間 t_{720} を算出し、時間間隔 $\Delta t_{down i}$ (図 4 参照) の合計値 $\Sigma \Delta t_{down i}$ 又は時間間隔 $\Delta t_{down i}$ と吸気弁開弁時間 Δt_{oc} (図 4 参照) との和の合計値 $\Sigma (\Delta t_{down i} + \Delta t_{oc})$ を算出し、吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ の合計値 $\Sigma \Delta P_{mdwn i}$ を算出すれば、パラメータ K_m を算出することができる。このようにすると、吸気管容積 V_m 及び吸気管温度 T_m を求めることなくパラメータ K_m を簡単に求めることができ、従って筒内充填空気量 M_{ci} を簡単にかつ正確に求めることができる。

図 7 A 及び図 7 B に示されるように、例えば 4 つの気筒の吸気行程が含まれる 360° クランク角範囲を設定クランク角範囲に設定することもできる。図 7 A 及び図 7 B に示される例では、1 番気筒の吸気上死点から 6 番気筒の吸気上死点までの第 1 の 360° クランク角範囲と、6 番気筒の吸気上死点から次の 1 番気筒の吸気上死点までの第 2 の 360° クランク角範囲とが設定される。

第 1 の 360° クランク角範囲については、第 1 の 360° クランク角範囲におけるスロットル弁通過空気流量平均値 $m \dot{t}_{ave}$ と、クランクシャフトが第 1 の 360° クランク角範囲だけ回転するのに要した所要時間 t_{360} と、第 1 の 360° クランク角範囲内で吸気行程が行われる気筒の筒内充填空気量 $M_{c j}$ の合計 $\Sigma M_{c j}$ ($j = 1, 2, 3, 4$) とから、次式 (10) が成立する。ここで、 j は吸気行程順序を表している。同様に、第 2 の 360° クランク角範囲については、第 2 の 360° クランク角範囲におけるスロットル弁通過空気流量平均値 $m \dot{t}_{ave}'$ と、クランクシャフトが第 2 の 360° クランク角範囲だけ回転するのに要した所要時間 t'

360と、第2の360°クランク角範囲内で吸気行程が行われる気筒の筒内充填空気量 M_{cj} の合計 ΣM_{cj} ($j = 5, 6, 7, 8$)とから、次式(11)が成立する。

$$\sum_{j=1}^4 M_{cj} = m_{tave} \cdot t_{360} \quad \cdots (10)$$

$$\sum_{j=5}^8 M_{cj} = m_{tave'} \cdot t'_{360} \quad \cdots (11)$$

従って、第1のクランク角範囲についてのパラメータ K_m は次式(12)のように表すことができ、第2のクランク角範囲についてのパラメータ K_m は次式(13)のように表すことができる。

$$K_m = m_{tave} \cdot \frac{2t_{360} - \sum_{j=1}^4 (\Delta t_{downj} + \Delta t_{oc})}{2 \sum_{j=1}^4 \Delta P_{mdwnj}} \quad \cdots (12)$$

$$K_m = m_{tave'} \cdot \frac{2t'_{360} - \sum_{j=5}^8 (\Delta t_{downj} + \Delta t_{oc})}{2 \sum_{j=5}^8 \Delta P_{mdwnj}} \quad \cdots (13)$$

この場合、第1のクランク角範囲内で吸気行程が行われる気筒の筒内充填空気量 M_{cj} ($j = 1, 2, 3, 4$)は式(12)により算出されたパラメータ K_m を用いて式(7)により算出され、第2のクランク角範囲内で吸気行程が行われる気筒の筒内充填空気量 M_{cj} ($j = 5, 6, 7, 8$)は式(13)により算出されたパラメータ K_m を用いて式(7)により算出される。

従って、一般化して言うと、筒内充填空気量を算出すべき少なくとも二つの気筒の吸気行程が含まれるように設定クランク角範囲を

設定し、この設定クランク角範囲内で吸気行程が行われた気筒の吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ の合計値 $\Sigma \Delta P_{mdwn i}$ を算出し、それぞれの吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ と吸気圧低下量合計値 $\Sigma \Delta P_{mdwn i}$ とに基づいて上述の第1空気量を算出しているということになる。或いは、それぞれの吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ 、吸気圧低下量合計値 $\Sigma \Delta P_{mdwn i}$ 、スロットル弁通過空気流量 m_t もしくはその平均値 $m_{t ave}$ 、クランクシャフトが設定クランク角範囲だけ回転するのに要する所要時間、吸気圧 P_m に上向きピーク UP_1 （図4参照）が発生してから下向きピーク DN_1 が発生するまでの時間間隔 $\Delta t_{dwn i}$ もしくはその合計値 $\Sigma \Delta t_{dwn i}$ 、又は吸気弁開弁時間 Δt_{oc} もしくはその合計値 $\Sigma \Delta t_{oc}$ に基づいて第1空気量を算出しているという見方もできる。

ところで、例えば吸気弁開閉弁時期が遅角側 RT （図2参照）に設定されると、吸気弁閉弁時期 VC が吸気下死点以降になる。この場合、ピストンが上昇を開始しても吸気弁6が開弁状態に保持されているので、筒内に吸入された空気が吸気管部分 IM 内に逆流するおそれがある。このような逆流が生ずると、図8に X でもって示されるように筒内吸入空気流量 m_{ci} が一時的に負値になり、領域 T_2 を台形で近似することはもはやできない。即ち、吸気行程末期に筒内から吸気管部分 IM への空気の逆流が生ずるときには、筒内充填空気量 M_{ci} を式（7）から正確に算出することはできない。

そこで本実施形態では、吸気弁開閉弁時期が遅角側 RT に設定されたときには、式（7）による筒内充填空気量 M_{ci} の算出作用を禁止している。この場合、筒内充填空気量 M_{ci} の更新が行われず、空気量バラツキ補正係数 η_1 は先の計算サイクルで算出された筒内充填空気量 M_{ci} から算出される。

図9は本実施形態の i 番気筒の燃料噴射量 TAU_i の算出ルーチ

ンを示している。このルーチンは予め定められた設定クランク角毎の割り込みによって実行される。

図 9 を参照すると、ステップ 101 では負荷センサ 43 及びクランク角センサ 44 等によって検出された機関負荷、機関回転数等に基づいて基本燃料噴射量 $T A U b$ が算出される。続くステップ 102 では、図 10 に示した筒内充填空気量 $M c i$ の算出ルーチンが実行され、これにより各気筒への筒内充填空気量 $M c i$ が算出される。続くステップ 103 ではステップ 102 で算出された各気筒への筒内充填空気量 $M c i$ 及びこの筒内充填空気量の全気筒の平均値 $M c a v e$ に基づいて式 (2) を用いて i 番気筒の空気量バラツキ補正係数 ηi が算出される ($i = 1, 2, \dots, 8$)。続くステップ 104 では補正係数 k が算出される。続くステップ 105 では、ステップ 101、103、104 で算出された基本燃料噴射量 $T A U b$ 、空気量バラツキ補正係数 ηi 及び補正係数 k に基づいて式 (1) を用いて燃料噴射量 $T A U i$ が算出される。 i 番気筒の燃料噴射弁 11 では燃料噴射量 $T A U i$ だけ燃料が噴射される。

図 10 は本実施形態の i 番気筒の筒内充填空気量 $M c i$ の算出ルーチンを示している。

図 10 を参照すると、ステップ 121 では吸気弁 6 の開弁時期が進角側 $A D$ (図 2 参照) に設定されているか否かが判別される。吸気弁 6 の開弁時期が進角側 $A D$ に設定されているときには次いでステップ 122 に進み、スロットル弁通過空気流量平均値 $m t a v e$ が算出される。続くステップ 123 では所要時間 t_{120} が算出される。続くステップ 124 では i 番気筒についての上向きピーク発生時刻 $t m a x i$ 及び下向きピーク発生時刻 $t m i n i$ が検出される ($i = 1, 2, \dots, 8$)。続くステップ 125 では i 番気筒の時間間隔 $\Delta t d w n i$ が算出される ($\Delta t d w n i = t m i n i - t m$

a x i)。続くステップ126では $\Sigma(\Delta t d w n i + \Delta t o c)$ が算出される。続くステップ127ではi番気筒についての最大値 $P m m a x i$ 及び最小値 $P m m i n i$ が検出される。続くステップ128では式(4)を用いてi番気筒の吸気圧低下量 $\Delta P m d w n i$ が算出される。続くステップ129では吸気圧低下量合計値 $\Sigma \Delta P m d w n i$ が算出される。続くステップ130では式(9)を用いてパラメータ $K m$ が算出される。続くステップ131では式(7)を用いてi番気筒の筒内充填空気量 $M c i$ が算出される。これに対し、ステップ121において吸気弁6の開弁時期が遅角側 $R T$ に設定されているときには処理サイクルを終了する。従って、筒内充填空気量 $M c i$ の算出が禁止される。

これまで述べてきた実施形態では、図4に示される領域 $T 2$ を、上辺及び下辺がそれぞれ $\Delta t d w n i$ 及び $\Delta t o c$ である台形に近似している。しかしながら、領域 $T 2$ を一辺が例えば $\Delta t d w n i$ の長方形に近似することもできる。この場合、上述した式(7)及び(9)はそれぞれ次式(14)及び(15)のようになる。

$$M c i = \Delta P m d w n i \cdot K m + m t a v e \cdot \Delta t d w n i \quad \dots (14)$$

$$K m = m t a v e \cdot \frac{t_{720} - \sum_{i=1}^8 \Delta t d w n i}{\sum_{i=1}^8 \Delta P m d w n i} \quad \dots (15)$$

次に、本発明の第二実施形態について説明する。上記式(6)は、 $V m / R a$ をパラメータ $K m'$ として表すと、次式(16)のように変形される。

$$m t - m c i = \frac{K m'}{T m} \cdot \frac{d P m}{d t} \quad \dots (16)$$

時刻 $t m, a x i$ から時刻 $t m, i n i$ までの間には吸気圧 $P m$ が吸

気圧低下量 ΔP_{mdwni} だけ低下するため、上記式 (5) は式 (16) を用いて次式 (17) のように書き直すことができる。

$$M_{ci} = \Delta P_{mdwni} \cdot \frac{K_{m'}}{T_m} + m_t \cdot \frac{\Delta t_{dwni} + \Delta t_{oc}}{2} \quad \dots (17)$$

そうすると、吸気圧 P_m を圧力センサ 41 により検出して吸気圧低下量 ΔP_{mdwni} を算出し、上述したパラメータ $K_{m'}$ を求め、スロットル弁通過空気流量 m_t をエアフロメータ 40 により検出してその平均値 m_{tave} を算出し、時刻 t_{maxi} 、 t_{mini} を吸気圧 P_m から検出して時間間隔 Δt_{dwni} ($= t_{mini} - t_{maxi}$) を算出すれば、式 (17) を用いて筒内充填空気量 M_{ci} を算出できることになる。なお、式 (17) において吸気弁開弁時間 Δt_{oc} は ECU 31 から吸気弁駆動装置 22 への指示値であり、従って実際に吸気弁 6 が開弁している時間である。

しかしながら、冒頭で述べたように、気筒内に吸入された空気の吸気管内への逆流により、又はその他の要因により、上述したように筒内充填空気量を算出すると筒内充填空気量には誤差が生じてしまう。すなわち、式 (17) の右辺第 2 項は図 4 の領域 T2 を台形で近似している。ところが、空気の逆流等が生じた場合には、式 (17) の右辺第 2 項によって近似的に算出される値は、領域 T2 よりも図 11 の斜線で示された量だけ多いものとなってしまう、結果的に筒内充填空気量が多めに算出されて誤差が生じてしまう。換言すると、吸気弁開弁時間 Δt_{oc} を実際に吸気弁 6 が開弁している時間と等しい値とすると、式 (17) の右辺第 2 項によって近似的に算出される値に誤差が生じてしまう。

そこで本発明では、吸気弁開弁時間 Δt_{oc} を実際に吸気弁 6 が開弁している時間とせずに適切な値に調整することにより、空気の逆流等が生じた場合であっても領域 T2 を高精度に算出することが

できるようにしている。以下、図 1 2 A、図 1 2 B 及び図 1 3 を参照しながら本発明における筒内充填空気量の算出方法について説明する。

図 1 2 A 及び図 1 2 B は、1 番気筒の吸気上死点から次の 1 番気筒の吸気上死点までのクランク角 720° の間における全ての気筒についての筒内充填空気流量 m_{ci} 及びスロットル弁通過空気流量平均値 m_{tave} を示している。

このクランク角 720° の間において吸気管部分 I M 内に流入した空気の総量は図 1 2 A にハッチングで示される部分の面積であって、このクランク角 720° の間におけるスロットル弁通過空気流量平均値 m_{tave} と、クランクシャフトがクランク角 720° だけ回転するのに要した所要時間 t_{720} との積で表される ($m_{tave} \cdot t_{720}$)。一方、このクランク角 720° の間において吸気管部分 I M から流出して気筒内に充填された空気の総量は図 1 2 B にハッチングで示される部分の面積であって、筒内充填空気量 M_{ci} の合計 $\sum M_{ci}$ で表される。

クランク角 720° の始点と終点とで吸気圧 P_m がほとんど変化していなければ、このクランク角 720° の間に吸気管部分 I M 内に流入した空気の総量と、吸気管部分 I M から流出して各気筒内に充填された空気の総量とは、互いにほぼ等しいはずである。従って、この場合には次式 (1 8) が成立する。

$$m_{tave} \cdot t_{720} = \sum_{i=1}^8 M_{ci} \quad \cdots (18)$$

そして、式 (1 8) の右辺に式 (1 7) を代入して整理すると、次式 (1 9) のように表すことができる。

$$mtave \cdot t_{720} = \sum_{i=8}^8 \Delta Pmdwni \cdot \frac{Km'}{Tmave} + mtave \cdot \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta tdwni + \Delta toc \cdot 8}{2} \quad \dots (19)$$

ここで、 $Tmave$ は、クランク角 720° の間における吸気管部分 IM 内の空気温度平均値を表している。

ところが、式 (19) は実際には成立しない可能性がある。これは上述したように、吸気弁開弁時間 Δtoc を実際に吸気弁 6 が開弁している時間と等しい値とすることで式 (17) の右辺第 2 項によって近似的に算出される値に誤差が生じてしまうためである。

そこで、本発明では、上記式 (19) について、吸気弁開弁時間 Δtoc の代わりに変数 x を用いる。この場合、上記式 (19) は次式 (20) のように表される。

$$mtave \cdot t_{720} = \sum_{i=8}^8 \Delta Pmdwni \cdot \frac{Km'}{Tmave} + mtave \cdot \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta tdwni + x \cdot 8}{2} \quad \dots (20)$$

そして、式 (20) を変数 x について整理すると、次式 (21) のように表すことができる。

$$x = \frac{t_{720}}{4} - \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta tdwni}{8} - \frac{Km'}{Tmave} \cdot \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta Pmdwni}{4 \cdot mtave} \quad \dots (21)$$

このようにして算出される変数 x は、吸気弁開弁時間 Δtoc に対応する値であって、クランク角 720° の間に吸気管部分 IM 内に流入した空気の総量と、吸気管部分 IM から流出して各気筒内に充填された空気の総量とが等しいと仮定した場合に定まる値である（以下、「仮想的な吸気弁開弁時間」と称す）。すなわち、仮想的な吸気弁開弁時間 x は、図 13 において破線で囲まれた部分（すなわち、上底を $\Delta tdwni$ 、下底を仮想的な吸気弁開弁時間 x 、高

さを m_{tave} とする台形部分) の面積が、筒内吸入空気流量 m_{ci} とスロットル弁通過空気流量 m_{tave} と直線 $m_{ci} = 0$ とで囲まれた部分 (領域 T_2) の面積と等しくなるように定められる値である。ただし、図 13 は 1 気筒について示しているが、実際には仮想的な吸気弁開弁時間 x は、上記点線で囲まれた部分の面積の全気筒分の合計値が領域 T_2 の面積の全気筒分の合計値と等しくなるように定められている。

一方、式 (17) は、 Δt_{oc} の代わりに変数 x を用いて表すと、次式 (22) のようになる。

$$M_{ci} = \Delta P_{mdwni} \cdot \frac{K m_i'}{T_m} + m_t \cdot \frac{\Delta t_{dwni} + x}{2} \quad \dots (22)$$

そして、式 (22) に、式 (21) によって算出された変数 x の値を代入することにより、各気筒への筒内充填空気量が正確に算出されるようになる。

すなわち、本発明によれば、全気筒への平均空気流量がスロットル通過空気流量と等しくなるような仮想的な吸気弁開弁時間が算出され、斯かる仮想的な吸気弁開弁時間を吸気弁の開弁時間として利用して領域 T_2 を算出することで、各気筒への筒内充填空気量を正確に算出することができる。

図 14 は、第二実施形態による i 番気筒の筒内充填空気量 M_{ci} の算出ルーチンを示している。第二実施形態では第一実施形態の図 10 に示した算出ルーチンに代えて図 14 に示した算出ルーチンによって i 番気筒の筒内充填空気量 M_{ci} が算出される。

図 14 を参照すると、ステップ 141 ではエアフロメータ 40 の出力等からスロットル弁通過空気流量 m_t が検出される。次いで、ステップ 142 では圧力センサ 41 の出力から i 番気筒の吸気弁 6 が開弁することによる吸気圧の上向きピーク発生時刻 t_{maxi} 及

び下向きピーク発生時刻 $t_{\min i}$ が検出される ($i = 1, 2, \dots, 8$)。次いで、ステップ 143 ではステップ 142 で検出されたピーク発生時刻 $t_{\max i}$ 、 $t_{\min i}$ に基づいて i 番気筒の時間間隔 $\Delta t_{\text{down } i}$ が算出される ($\Delta t_{\text{down } i} = t_{\min i} - t_{\max i}$)。次いで、ステップ 144 では、図 15 に示した仮想的な吸気弁開弁時間 x の算出ルーチンにより算出された変数 x が取得される。

ステップ 145 では、圧力センサ 41 の出力から i 番気筒の吸気弁 6 が開弁することによる吸気圧の最大値 $P_{\max i}$ 及び最小値 $P_{\min i}$ が検出される。次いでステップ 146 では、ステップ 145 で検出された最大値 $P_{\max i}$ 及び最小値 $P_{\min i}$ に基づいて式 (4) を用いて i 番気筒の吸気圧低下量 $\Delta P_{\text{mdwn } i}$ が算出される。ステップ 147 では温度センサ (図示せず) 等の出力に基づいて吸気管部分 IM 内の温度 T_m が検出される。そして、ステップ 148 では、ステップ 141、143、144、146 及び 147 で算出された m_t 、 $\Delta t_{\text{down } i}$ 、 x 、 $\Delta P_{\text{mdwn } i}$ 及び T_m に基づいて式 (22) を用いて各気筒への筒内充填空気量 $M_{c i}$ が算出される。算出された各気筒への筒内充填空気量 $M_{c i}$ は図 9 に示した各気筒への燃料噴射量 $T A U i$ の算出に用いられる。

図 15 は本発明の実施形態による変数 x の算出ルーチンを示している。この算出ルーチンはクランクシャフトが 720° 回転する毎に行われる。

図 15 を参照すると、ステップ 161 ではクランク角センサ 44 の出力等に基づいてクランクシャフトが 720° 回転するのに要した時間 t_{720} が検出される。次いで、ステップ 162 ではエアフロメータ 40 の出力等から、クランクシャフトが 720° 回転している間のスロットル通過空気流量の平均値 $m_{t a v e}$ が算出される。

次いで、ステップ163では図14のステップ143で算出された時間間隔 $\Delta t_{down i}$ を全ての気筒について合計することで、 $\Sigma \Delta t_{down i}$ が算出される。ステップ164では、図14のステップ146で算出された吸気圧低下量 $\Delta P_{mdwn i}$ を全ての気筒について合計することで、 $\Sigma \Delta P_{mdwn i}$ が算出される。次いで、ステップ165では、温度センサの出力に基づいて吸気管部分IM内の温度の平均値 T_{mave} が算出される。次いで、ステップ166では、ステップ161、162、163、164及び165で算出された t_{120} 、 $mtave$ 、 $\Sigma \Delta t_{down i}$ 、 $\Sigma \Delta P_{mdwn i}$ 及び T_{mave} に基づいて式(21)を用いて変数 x の値が算出される。

なお、上述したように、式(21)はクランク角 720° の始点と終点とで吸気圧 P_m がほとんど変化していないことを条件として成立するため、定常運転時にのみ筒内充填空気量 M_{ci} を算出し、クランク角 720° の始点と終点とで吸気圧 P_m が変動し易い過渡運転時には筒内充填空気量 M_{ci} の算出を中止するのが好ましい。ここで、定常運転時とは例えば機関負荷や機関回転数がほぼ一定の運転時を意味し、過渡運転時とは例えば機関負荷や機関回転数が変動する運転時を意味する。

また、上記説明では、吸気弁開閉弁時期が遅角側に設定されて吸気弁が吸気下死点以降にも開弁し、それにより気筒内に吸入された空気が吸気管内へ逆流する場合について本発明が適用されている。しかしながら、本発明は上記場合のみならず、例えば吸気弁開閉弁時期が進角側に設定されて吸気弁が吸気上死点以前から開弁し、それにより吸気弁が開弁されながらも空気が吸気管内へ流入しないような場合にも適用することができる。

なお、本発明について特定の実施形態に基づいて詳述しているが

、当業者であれば本発明の請求の範囲及び思想から逸脱することなく、様々な変更、修正等が可能である。

請 求 の 範 囲

1. 複数の気筒を備え、スロットル弁から吸気弁までの吸気通路部分内にスロットル弁を介し空気がスロットル弁通過空気量だけ流入し、吸気行程が行われると該吸気通路部分からそれぞれの吸気弁を介し空気が筒内充填空気量だけ流出して各気筒内に充填される内燃機関において、

筒内充填空気量を第1空気量と第2空気量とに分割し、該第1空気量は、吸気行程が行われることにより生ずるスロットル弁通過空気量に対する筒内充填空気量の超過分であり、

吸気行程が行われることにより生ずる吸気圧の低下量である吸気圧低下量を気筒毎に検出する吸気圧低下量検出手段と、

それぞれの吸気圧低下量に基づいて各気筒の第1空気量を算出する第1空気量算出手段と、

スロットル弁通過空気量を検出するスロットル弁通過空気量検出手段と、スロットル弁通過空気量に基づいて各気筒の第2空気量を算出する第2空気量算出手段と、

それぞれの第1空気量と第2空気量とを合計することにより各気筒の筒内充填空気量を算出する筒内充填空気量算出手段と、

各気筒の筒内充填空気量に基づいて機関制御を行う制御手段と、を具備し、

該第1空気量算出手段は、筒内充填空気量を算出すべき少なくとも二つの気筒の吸気行程が含まれるように設定クランク角範囲を設定し、該設定クランク角範囲内で吸気行程が行われた気筒の吸気圧低下量の合計値を算出し、それぞれの吸気圧低下量と該吸気圧低下量合計値とに基づいて第1空気量を算出する、制御装置。

2. 吸気行程末期に筒内から吸気通路部分への空気の逆流が生ず

るときには前記第 2 空気量算出手段による第 2 空気量の算出作用を禁止する請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

3. 複数の気筒と複数の吸気弁とを有する内燃機関の筒内充填空気量推定装置であって、

各気筒への筒内充填空気量を、基本空気量と、吸気弁が開弁することによりスロットル弁通過空気流量を超えて吸気通路部分から気筒内に流入する超過空気量とに二分割し、

吸気通路部分にスロットル弁を介して流入するスロットル弁通過空気流量と各吸気弁の開弁時間とに基づいて基本空気量を算出する基本空気量算出手段と、

上記吸気弁の開弁による吸気圧の低下量に基づいて超過空気量を算出する超過空気量算出手段と、

上記基本空気量と超過空気量とを合計して各気筒への筒内充填空気量を算出する筒内充填空気量算出手段と、

各気筒の筒内充填空気量に基づいて機関制御を行う制御手段と、を具備する制御装置において、

上記基本空気量算出手段は、全気筒への平均空気流量がスロットル通過空気流量と等しくなるような仮想的な吸気弁開弁時間を算出し、該仮想的な吸気弁開弁時間を上記吸気弁の開弁時間として用いる、制御装置。

4. 上記基本空気量算出手段は、吸気弁開弁時期付近又は吸気弁閉弁時期付近において上記吸気通路部分への空気の逆流が生ずるときに、上記仮想的な吸気弁開弁時間を上記吸気弁の開弁時間として用いる請求項 3 に記載の制御装置。

Fig.1

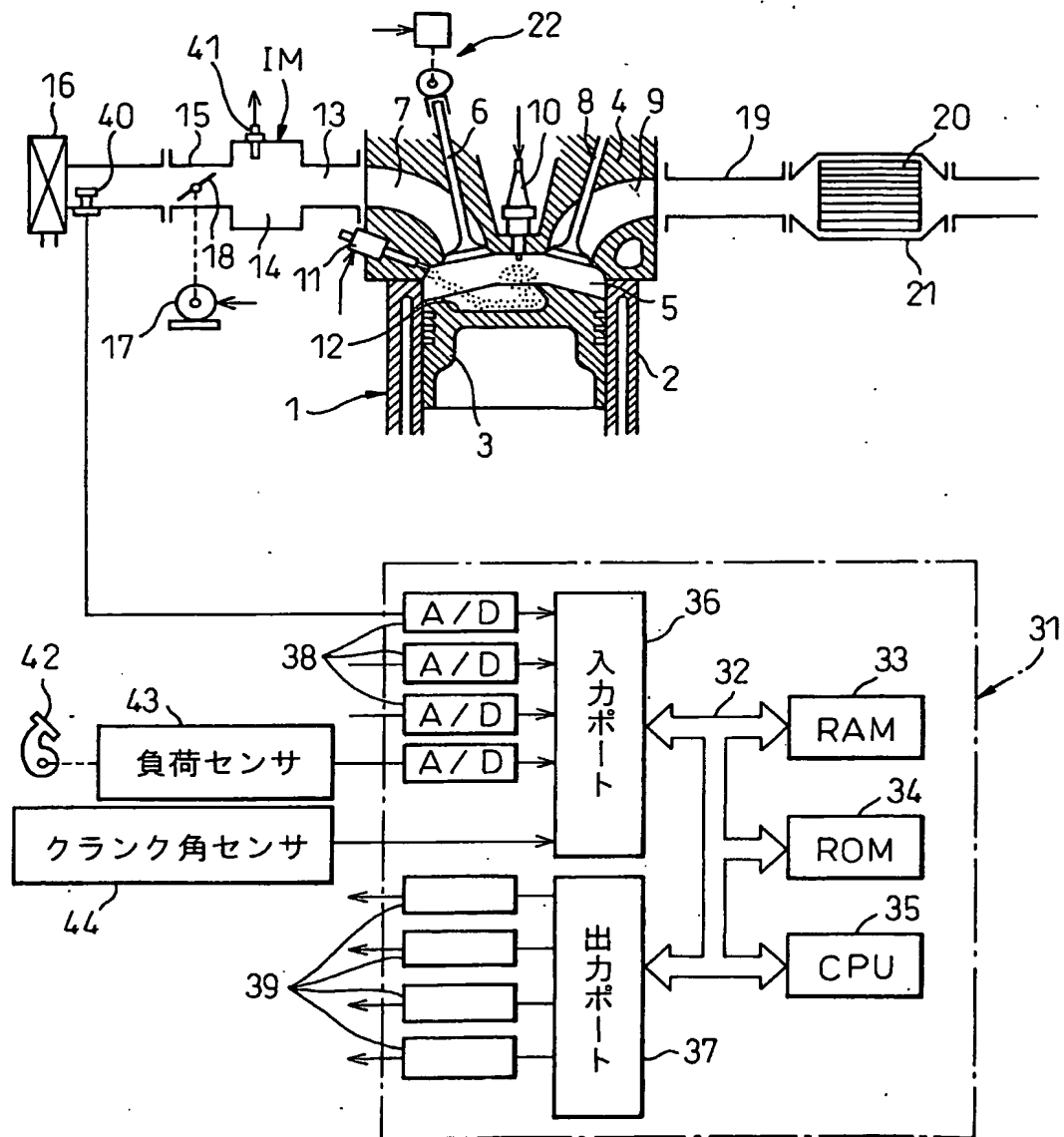


Fig.2

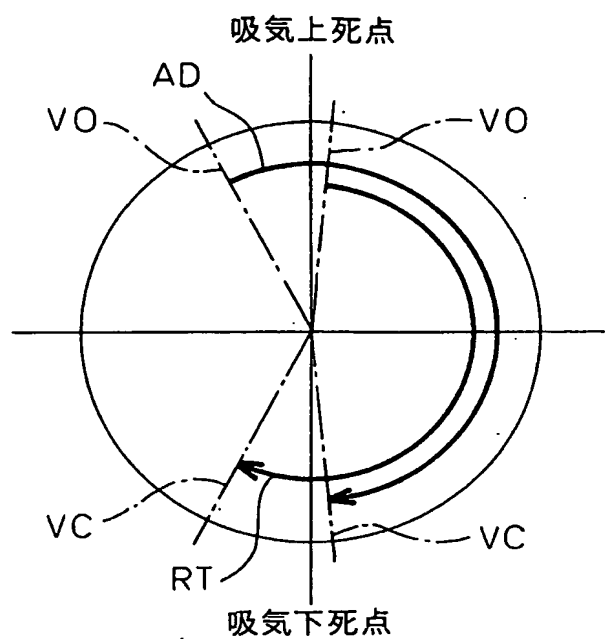


Fig.3

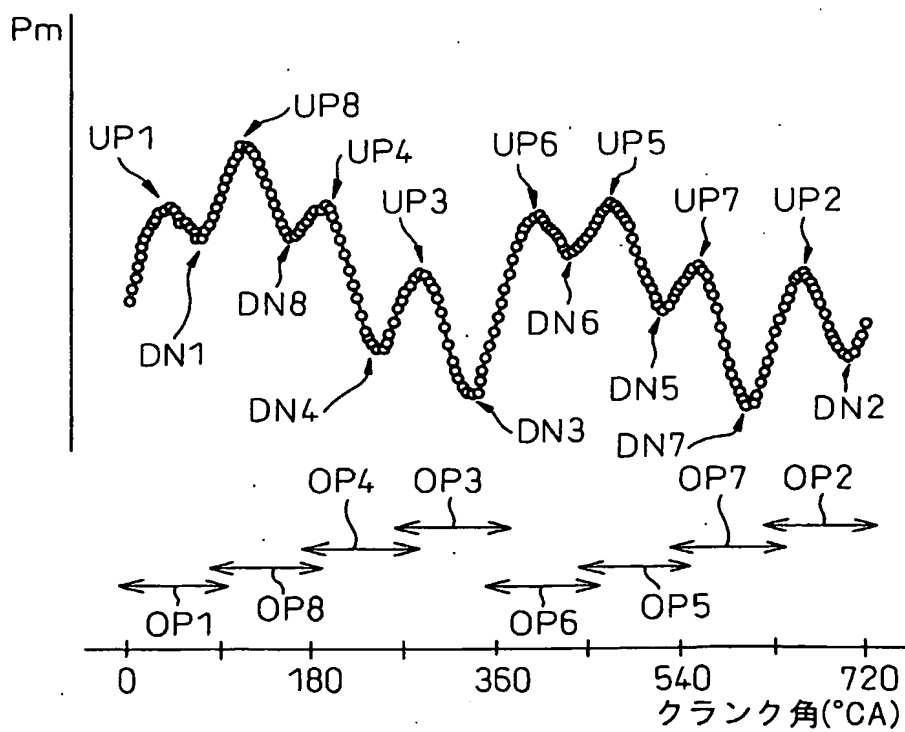


Fig.4

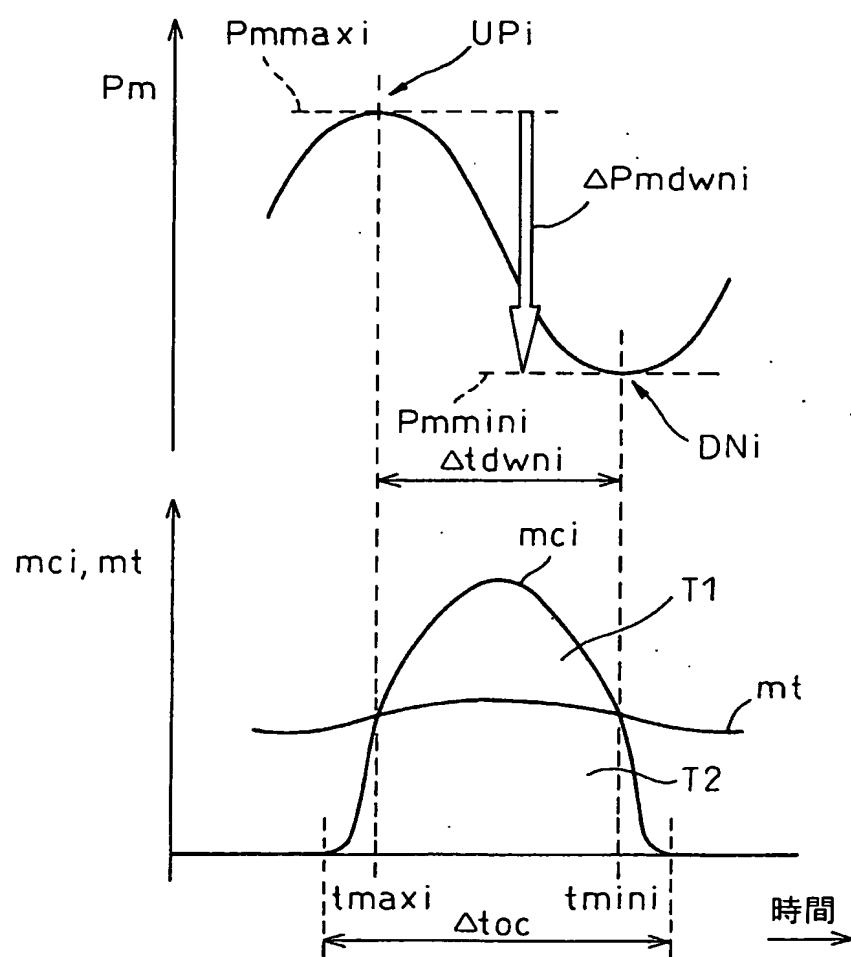
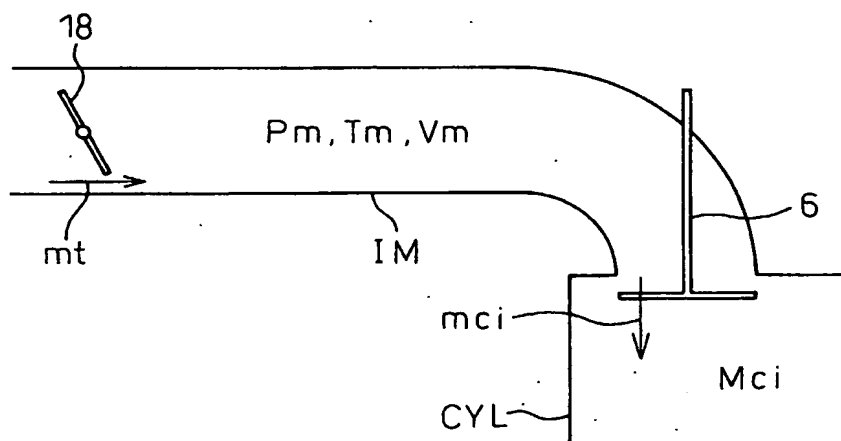


Fig.5



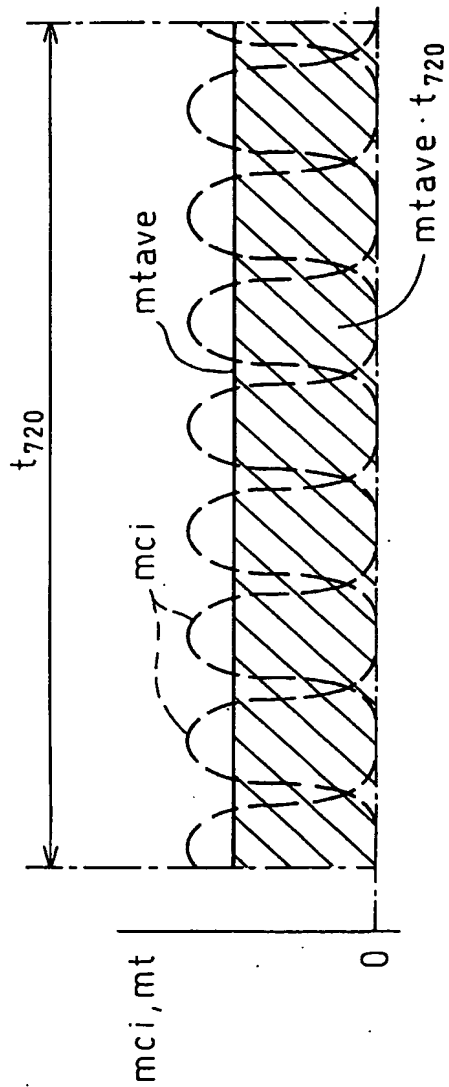


Fig.6A

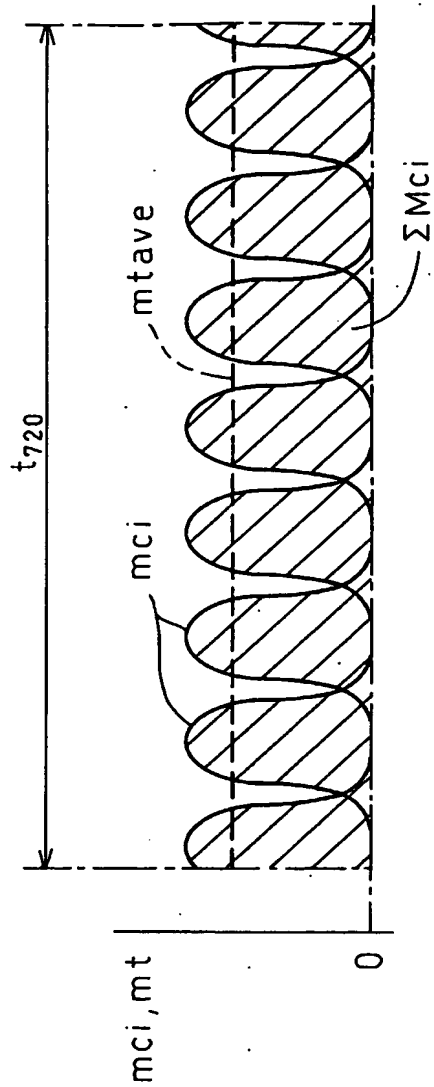


Fig.6B

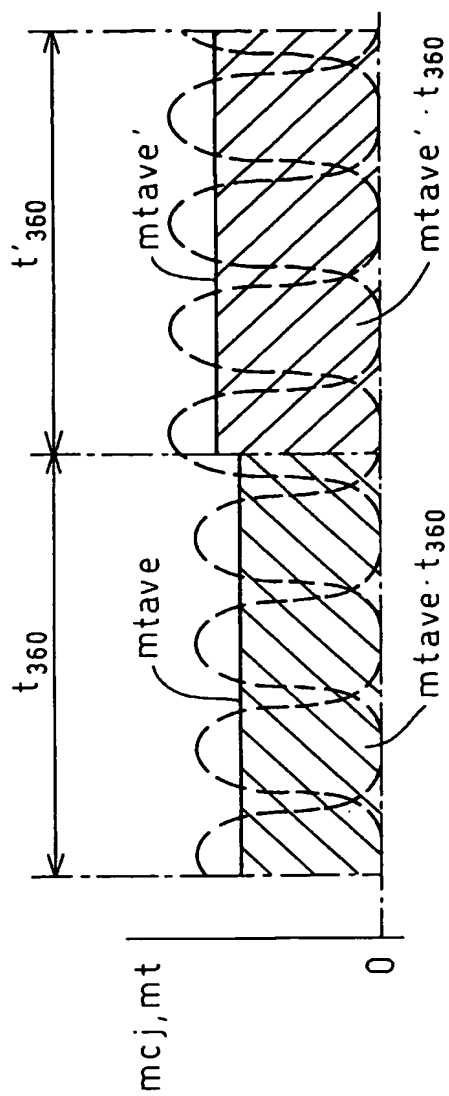


Fig.7A

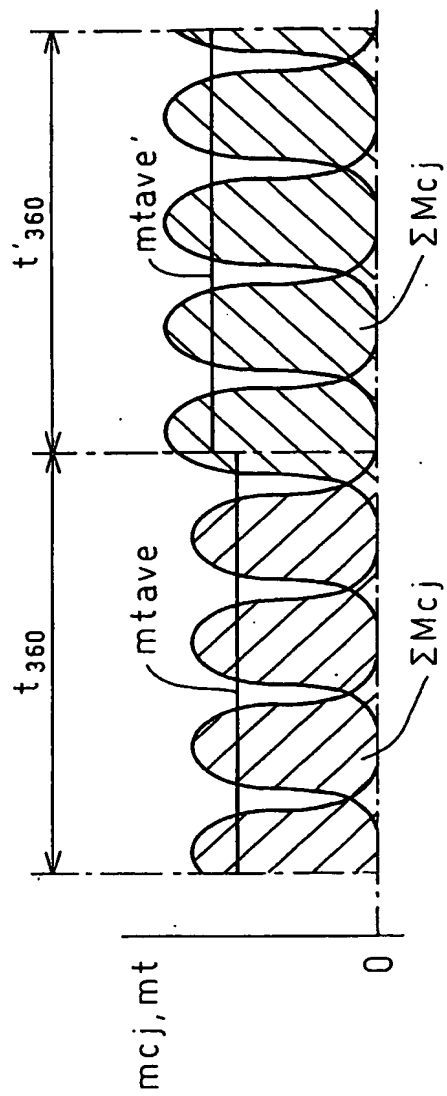


Fig.7B

Fig.8

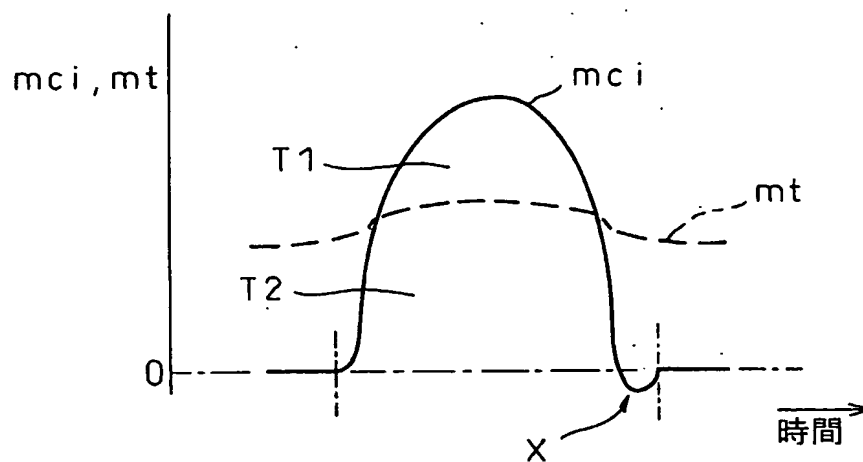


Fig.9

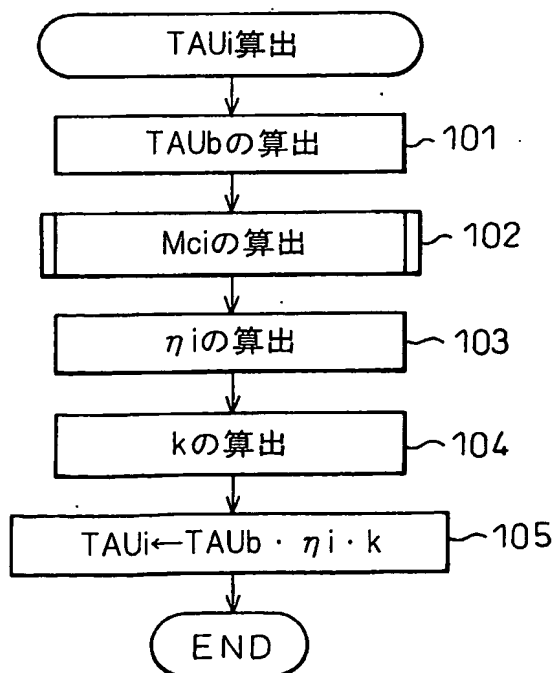


Fig.10

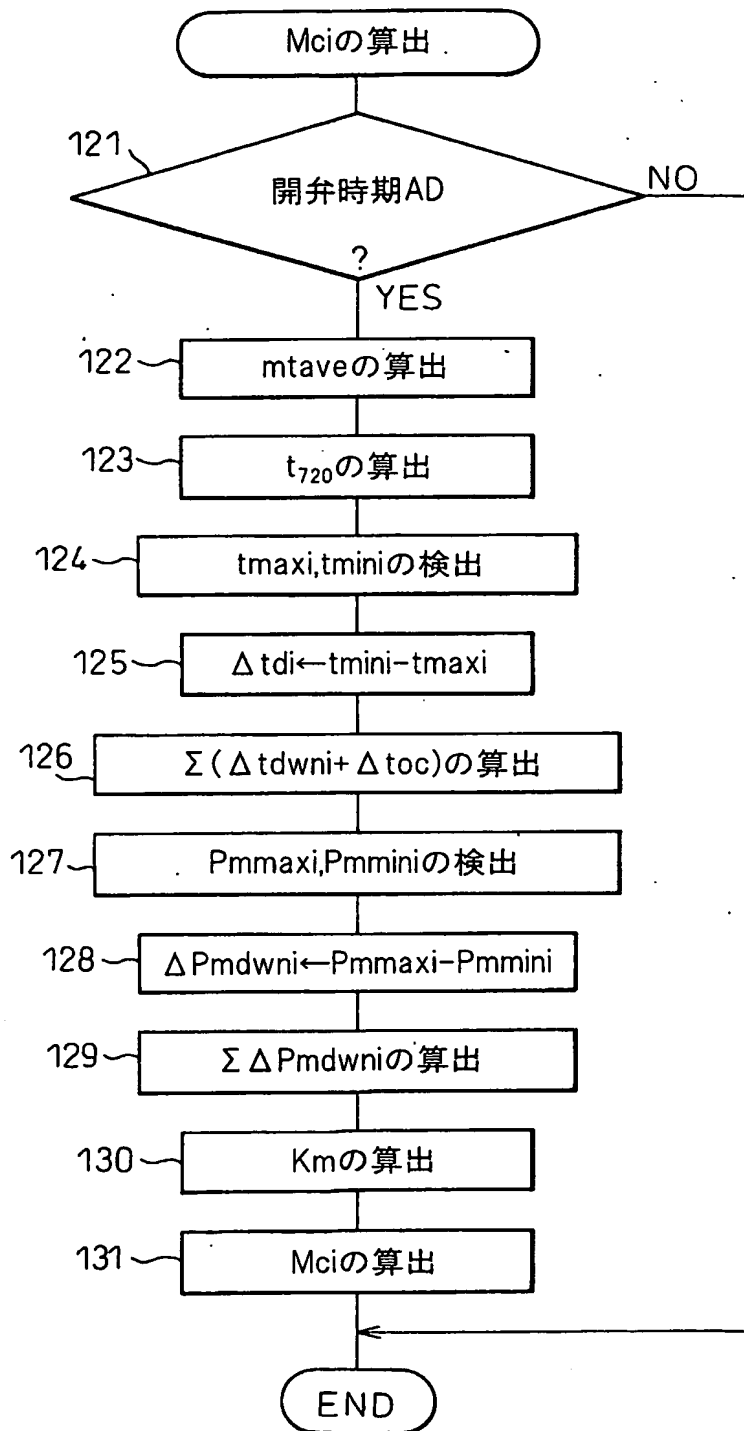
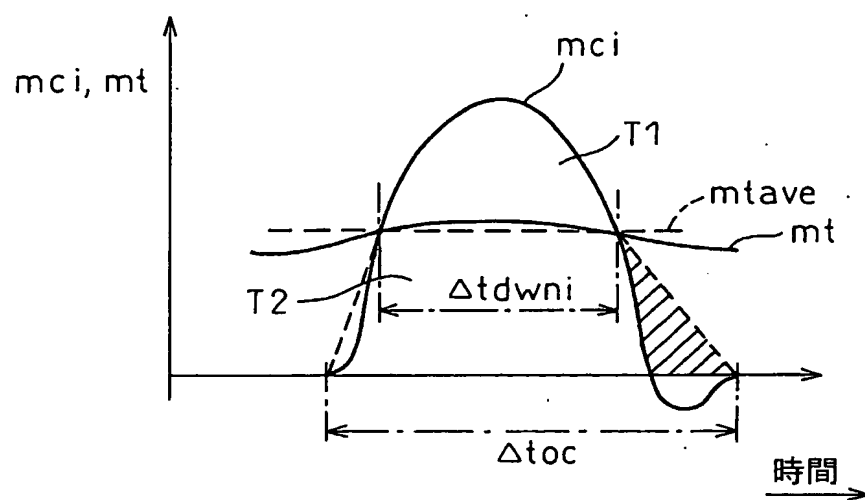


Fig.11



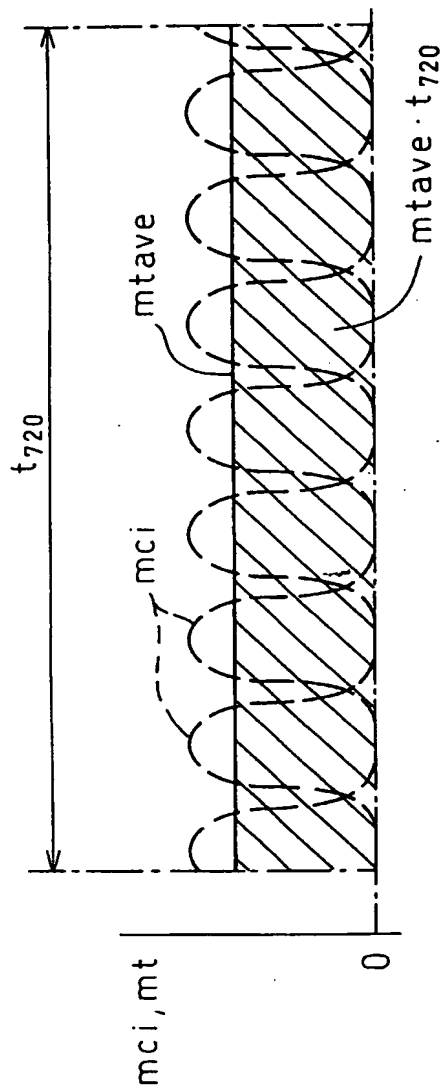


Fig.12A

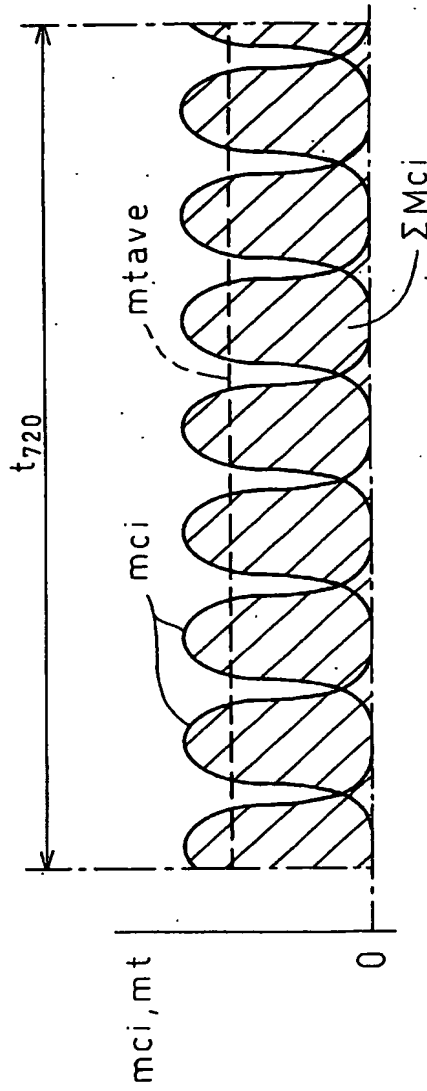


Fig.12B

Fig.13

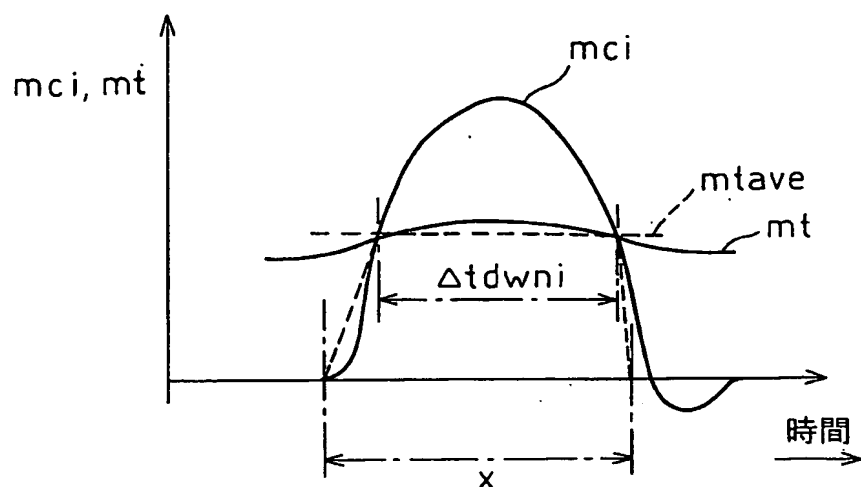


Fig.14

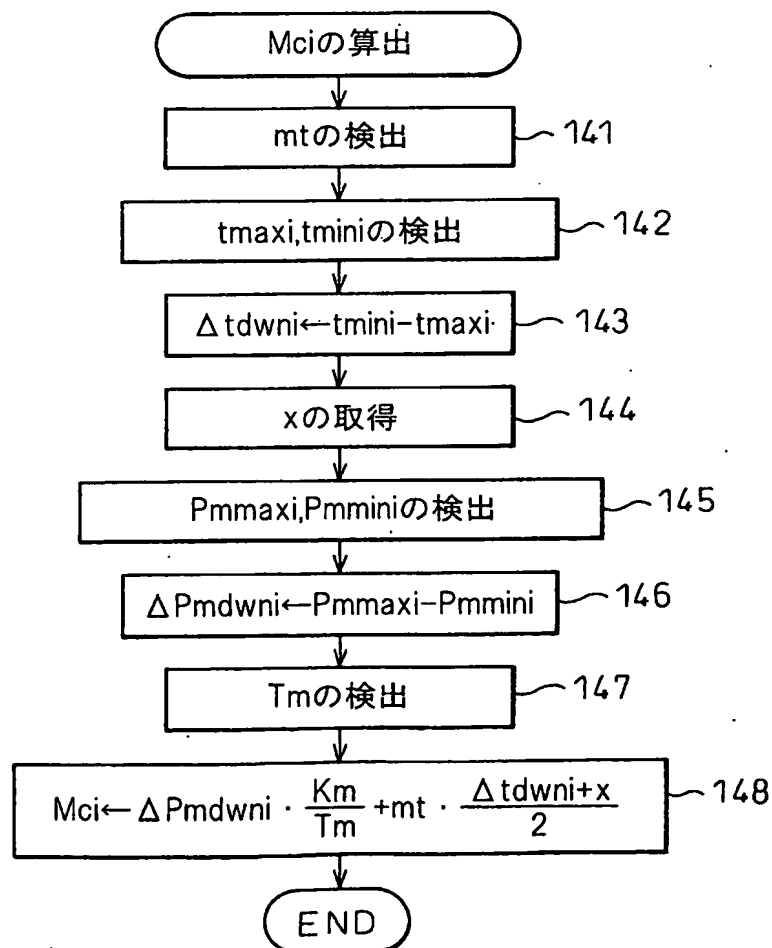
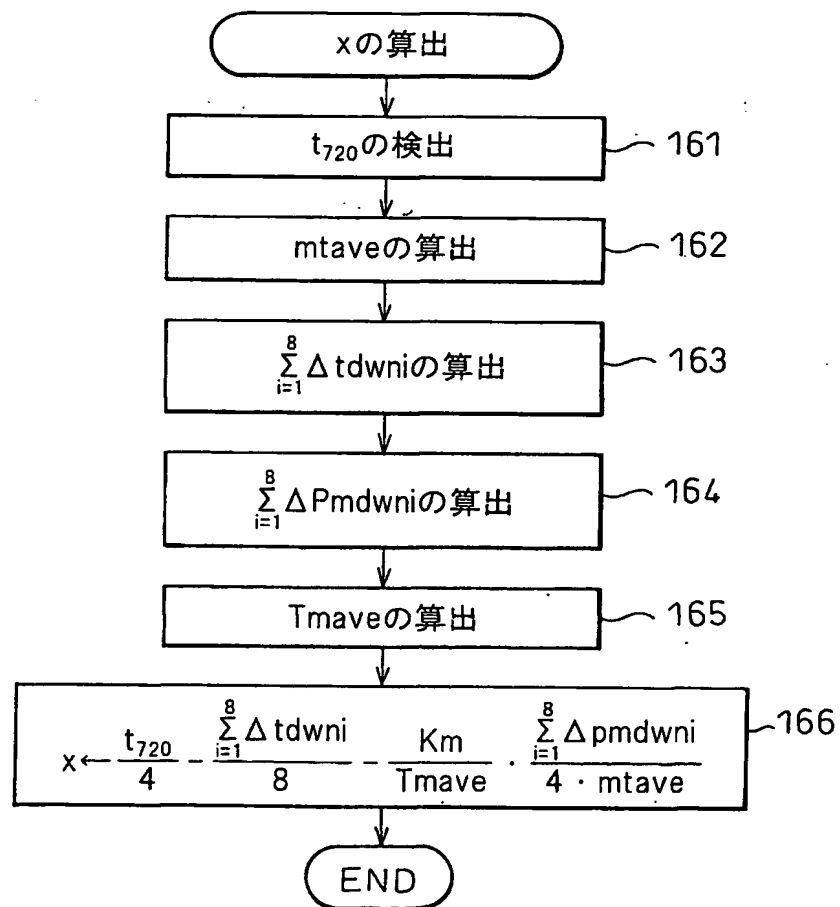


Fig.15



符号の説明

- 1 … 機関本体
- 6 … 吸気弁
- 10 … 燃料噴射弁
- 18 … スロットル弁
- 22 … 吸気弁駆動装置
- 31 … ECU
- 40 … エアフロメータ
- 41 … 圧力センサ
- IM … 吸気管部分

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/300780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/18(2006.01), F02D45/00(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D41/18(2006.01), F02D45/00(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-70633 A (Denso Corp.), 08 March, 2002 (08.03.02), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 2001-234798 A (Hitachi, Ltd.), 31 August, 2001 (31.08.01), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 2004-116459 A (Toyota Motor Corp.), 15 April, 2004 (15.04.04), Full text (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 February, 2006 (01.02.06)Date of mailing of the international search report
07 February, 2006 (07.02.06)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F02D41/18 (2006.01), F02D45/00 (2006.01)			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F02D41/18 (2006.01), F02D45/00 (2006.01)			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 2002-70633 A (株式会社デンソー) 2002.03.08, 全文 (ファミリーなし)	1-4	
A	JP 2001-234798 A (株式会社日立製作所) 2001.08.31, 全文 (ファミリーなし)	1-4	
A	JP 2004-116459 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.04.15, 全文 (ファミリーなし)	1-4	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 01.02.2006		国際調査報告の発送日 07.02.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 所村 陽一 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	3Z 3621